

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004年10月28日 (28.10.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/093194 A1

(51) 国際特許分類⁷: H01L 27/14, G01T 1/20, 1/24

(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/005156

(22) 国際出願日: 2004年4月9日 (09.04.2004)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2003-108337 2003年4月11日 (11.04.2003) JP

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 浜松ホトニクス株式会社 (HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市市野町1126番地の1 Shizuoka (JP).

(72) 発明者; および

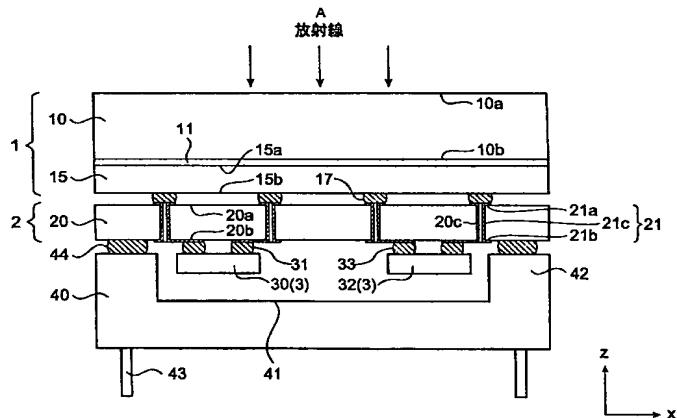
(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 柴山 勝己 (SHIBAYAMA, Katsumi) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 楠山 泰 (KUSUYAMA, Yutaka) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 林 雅宏 (HAYASHI, Masahiro) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP).

(74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外 (HASEGAWA, Yoshiki et al.); 〒1040061 東京都中央区銀座一丁目10番6号 銀座ファーストビル 創英國際特許法律事務所 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: RADIOACTIVE RAY DETECTOR

(54) 発明の名称: 放射線検出器



A...RADIOACTIVE RAYS

(57) Abstract: A radioactive ray detector includes: a radioactive ray detection section (1) consisting of a scintillator (10) and a PD array (15); signal processing elements (30, 32) for processing a detection signal output from the PD array (15); and a wiring board section (2) arranged between the radioactive ray detection section (1) and the signal processing elements (30, 32). The wiring board section (2) has a wiring board (20) made of glass material having the radioactive ray cut-off function and having a conductive member (21) arranged in a through hole (20c) so as to serve as a conductive path for conducting the detection signal. The signal processing elements (30, 32) of the signal processing section (3) located at the downstream side of the wiring board (20) with respect to the through hole (20c) of the wiring board (20) are arranged while being shifted into an area other than the area on the extension of the through hole (20c), so that the signal processing elements (30, 32) cannot be viewed from the through hole (20c). This realizes a radioactive ray detector capable of suppressing incoming of radiation to the signal processing means located at the downstream side of the wiring board.

(57) 要約: シンチレータ 10 及び PDアレイ 15 から構成された放射線検出部 1 と、PDアレイ 15 から出力された検出信号を処理する信号処理素子 30、32 との間に、放射線遮蔽機能を有するガラス材料からなり、検出信号を導く導電性部材 21 が貫通孔 20c に設けられた配線基板 20 を有する配線基板部 2 を設置する。そして、配線基板 20 の貫通孔 20c に対して、配線基板 20 の下流側に位置する信号処理部 3 の信号処理素子

[続葉有]

WO 2004/093194 A1



(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL,

SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

放射線検出器

技術分野

【0001】 本発明は、電気信号を導く導電路が設けられた配線基板を用いた
5 放射線検出器に関するものである。

背景技術

【0002】 CT用センサなどに用いられる放射線検出器として、フォトダイ
オードアレイなどの半導体光検出素子アレイに対して、その光入射面上にシンチ
レータを設置した構成の検出器がある。このような放射線検出器において、検出
10 対象となるX線、 γ 線、荷電粒子線などの放射線がシンチレータに入射すると、
シンチレータ内で放射線によってシンチレーション光が発生する。そして、この
シンチレーション光を半導体光検出素子で検出することによって、放射線が検出
される。

【0003】 また、光検出素子アレイに対して、それぞれの光検出素子から出
15 力される検出信号の信号処理を行うため、信号処理素子が設けられる。この場合、
光検出素子と信号処理素子とを電気的に接続する構成としては、様々な配線によ
って接続する構成や、配線基板に設けられた導電路を介して接続する構成などを
用いることができる（例えば、特開平8-330469号公報参照）。

発明の開示

【0004】 上記した放射線検出器では、通常、シンチレータに入射した放射
線のうちの一部は、シンチレータ及び光検出素子アレイを透過する。これに対し
て、シンチレータ、光検出素子アレイ、配線基板、及び信号処理素子が、所定の
配列方向に沿って配置された構成では、シンチレータ等を透過した放射線が配線
基板を透過して配列方向の下流側にある信号処理素子に入射してしまうという問
題が生じる。このように、信号処理素子に放射線が入射すると、信号処理素子に
25 放射線ダメージが生じ、放射線検出器の感度などの特性や、信頼性や寿命が劣化

する原因となる。

【0005】 本発明は、以上の問題点を解決するためになされたものであり、配線基板の下流側にある信号処理手段への放射線の入射が抑制される放射線検出器を提供することを目的とする。

5 **【0006】** このような目的を達成するために、本発明による放射線検出器は、

(1) 入射した放射線を検出して検出信号を出力する放射線検出手段と、(2) 放射線検出手段からの検出信号を処理する信号処理手段と、(3) 信号入力面と信号出力面との間で検出信号を導く導電路が設けられた配線基板を有し、放射線検出手段及び信号処理手段がそれぞれ信号入力面及び信号出力面に接続された配線基板部とを備え、(4) 配線基板は、放射線遮蔽機能を有する所定のガラス材料から形成され貫通孔が設けられたガラス基板、及び貫通孔に設けられ信号入力面と信号出力面との間を電気的に導通して導電路として機能する導電性部材を有して構成され、(5) 放射線検出手段、配線基板部、及び信号処理手段は、所定の配列方向に沿ってこの順で配置されるとともに、信号処理手段は、配線基板に対して貫通孔の延長上にある領域を除く領域内に配置されていることを特徴とする。

10 **【0007】** 上記した放射線検出器においては、放射線検出手段と信号処理手段との電気的な接続に用いられる配線基板を、所定のガラス材料からなるガラス基板を用いて構成している。そして、ガラス基板に設けられる導電路の貫通孔に対して、信号処理手段を貫通孔が設けられている領域からずらして実装して、貫通孔から信号処理手段が見通せない構成としている。

15 **【0008】** このような構成によれば、配線基板に貫通孔がない部位では、そのガラス材料により、信号入力面から信号出力面へと放射線が透過することが抑制される。また、配線基板に貫通孔がある部位でも、貫通孔を通過した放射線は信号処理手段には入射しない。これにより、配線基板における貫通孔の存在にかかわらず、信号処理手段への放射線の入射が抑制される放射線検出器が実現される。

【0009】 上記構成では、配線基板は、ガラス基板の信号出力面上で信号処理手段に対面する所定部位に設けられた電極パッドと、電極パッド及び対応する導電性部材を電気的に接続する配線とを有することが好ましい。これにより、配線基板に設けられた導電性部材、配線、及び電極パッドを介して、放射線検出手段からの電気信号を信号処理手段へと伝達することができる。また、これ以外の構成を用いても良い。

【0010】 あるいは、本発明による放射線検出器は、(1)入射した放射線を検出して検出信号を出力する放射線検出手段と、(2)放射線検出手段からの検出信号を処理する信号処理手段と、(3)信号入力面と信号出力面との間で検出信号を導く導電路が設けられた配線基板を有し、放射線検出手段及び信号処理手段がそれぞれ信号入力面及び信号出力面に接続された配線基板部とを備え、(4)配線基板は、放射線遮蔽機能を有する所定のガラス材料から形成され貫通孔が設けられたガラス基板、及び貫通孔に設けられ信号入力面と信号出力面との間を電気的に導通して導電路として機能する導電性部材を有して構成され、(5)放射線検出手段、配線基板部、及び信号処理手段は、所定の配列方向に沿ってこの順で配置されるとともに、配線基板に設けられた貫通孔は、その信号入力面から信号出力面への開口が放射線遮蔽機能を有する遮蔽部材によって塞がれていることを特徴とする。

【0011】 上記した放射線検出器においては、放射線検出手段と信号処理手段との電気的な接続に用いられる配線基板を、所定のガラス材料からなるガラス基板を用いて構成している。そして、ガラス基板に設けられる導電路の貫通孔に対して、貫通孔による配線基板の開口を塞ぐ遮蔽部材を設けて、貫通孔から信号処理手段が見通せない構成としている。

【0012】 このような構成によれば、配線基板に貫通孔がない部位では、そのガラス材料により、信号入力面から信号出力面へと放射線が透過することが抑制される。また、配線基板に貫通孔がある部位でも、遮蔽部材によって放射線が

貫通孔を通過することが抑制される。これにより、配線基板における貫通孔の存在にかかわらず、信号処理手段への放射線の入射が抑制される放射線検出器が実現される。

【0013】 上記構成では、遮蔽部材は、放射線遮蔽機能を有する所定の遮蔽材料が貫通孔の内部に充填されて設けられていることが好ましい。あるいは、遮蔽部材は、放射線遮蔽機能を有する所定の遮蔽材料から形成され貫通孔に設けられた導電性部材に電気的に接続されるバンプ電極であることが好ましい。これらの構成によれば、配線基板の貫通孔での放射線の遮蔽を簡単な構成で実現することができる。また、これ以外の構成を用いても良い。

【0014】 配線基板に用いられるガラス材料については、ガラス基板は、鉛を含有するガラス材料から形成されていることが好ましい。これにより、配線基板での放射線の透過を効果的に抑制することができる。また、放射線遮蔽機能を有する他のガラス材料からなる基板を用いても良い。

【0015】 また、配線基板における導電路の構成については、導電性部材は、ガラス基板に設けられた貫通孔の内壁に形成されて設けられている構成を用いることができる。あるいは、導電性部材は、ガラス基板に設けられた貫通孔の内部に充填されて設けられている構成を用いることができる。これらの導電性部材を導電路として用いることにより、配線基板の信号入力面と信号出力面との間で、電気信号を好適に伝達することができる。

【0016】 また、配線基板でのガラス基板は、両端が開口した中空状のガラス部材が複数互いに融着された状態で複数の貫通孔が設けられたガラス基板であることが好ましい。また、これ以外にも、様々な構成のガラス基板を用いて良い。

【0017】 また、放射線検出手段の構成については、放射線検出手段は、放射線の入射によりシンチレーション光を発生するシンチレータと、シンチレータからのシンチレーション光を検出する半導体光検出素子とを有する構成を用いることができる。あるいは、放射線検出手段は、入射した放射線を検出する半導体

検出素子を有する構成を用いても良い。

【0018】 また、配線基板部と放射線検出手段、及び配線基板部と信号処理手段、の少なくとも一方は、バンプ電極を介して電気的に接続されていることが好ましい。このような金属バンプ電極を電気的接続手段として用いることにより、各部を好適に電気的に接続することができる。

図面の簡単な説明

【0019】 図1は、放射線検出器の第1実施形態の断面構造を示す側面断面図である。

【0020】 図2は、図1に示した放射線検出器の構成を分解して示す斜視図である。

【0021】 図3A、図3Bは、配線基板の(A)信号入力面、及び(B)信号出力面の構成を示す平面図である。

【0022】 図4A～図4Cは、複数の貫通孔が設けられたガラス基板の一例を示す図である。

【0023】 図5A、図5Bは、配線基板の貫通孔に設けられる導電性部材の構成の一例を示す図である。

【0024】 図6A、図6Bは、配線基板の貫通孔に設けられる導電性部材の構成の他の例を示す図である。

【0025】 図7は、放射線検出器の第2実施形態の断面構造を示す側面断面図である。

【0026】 図8は、図7に示した放射線検出器の構成を分解して示す斜視図である。

【0027】 図9A、図9Bは、配線基板の(A)信号入力面、及び(B)信号出力面の構成を示す平面図である。

【0028】 図10は、配線基板の貫通孔及び遮蔽部材の構成の一例を示す図である。

【0029】 図11は、配線基板の貫通孔及び遮蔽部材の構成の他の例を示す図である。

【0030】 図12は、配線基板の貫通孔及び遮蔽部材の構成の他の例を示す図である。

5 【0031】 図13は、放射線検出器の第3実施形態の断面構造を示す側面断面図である。

【0032】 図14は、図13に示した放射線検出器の構成を分解して示す斜視図である。

発明を実施するための最良の形態

10 【0033】 以下、図面とともに本発明による放射線検出器の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、図面の説明においては同一要素には同一符号を付し、重複する説明を省略する。また、図面の寸法比率は、説明のものと必ずしも一致していない。

15 【0034】 図1は、本発明による放射線検出器の第1実施形態の断面構造を示す側面断面図である。また、図2は、図1に示した放射線検出器の構成を、各構成要素を分解して示す斜視図である。なお、以下の各図においては、説明の便宜のため、図1及び図2に示すように、放射線が入射する方向に沿った軸をz軸、このz軸に直交する2軸をx軸、y軸とする。ここでは、z軸の負の方向が、配線基板での信号入力面から信号出力面へと向かう導電方向、及び放射線検出器での各構成要素の配列方向となっている。

20 【0035】 図1に示した放射線検出器は、放射線検出部1と、配線基板部2と、信号処理部3とを備えている。これらは、図2に示すように、所定の配列方向に沿って上流側（図中の上側）から下流側（下側）へとこの順で配置されている。

25 【0036】 放射線検出部1は、本放射線検出器に検出対象として入射したX線、γ線、荷電粒子線などの放射線を検出し、それに対応する電気信号である検

出信号を出力する検出手段である。本実施形態においては、放射線検出部1は、シンチレータ10、及びフォトダイオードアレイ15を有して構成されている。

【0037】 シンチレータ10は、放射線検出部1の上流側部分を構成しており、その上面10aが、本放射線検出器における放射線入射面となっている。このシンチレータ10は、入射面10aから放射線が入射することにより所定波長のシンチレーション光を発生する。

【0038】 フォトダイオードアレイ(PDアレイ)15は、放射線検出部1の下流側部分を構成している。このPDアレイ15は、シンチレータ10からのシンチレーション光を検出する半導体光検出素子であるフォトダイオード(PD)が複数個配列された光検出素子アレイである。また、シンチレータ10の下面である光出射面10bと、PDアレイ15の上面である光入射面15aとは、シンチレーション光が透過する光学接着剤11で光学的に接続されている。

【0039】 図2においては、PDアレイ15の構成例として、x軸及びy軸を配列軸として $4 \times 4 = 16$ 個のフォトダイオード16が2次元に配列されるように形成されたPDアレイを示している。また、PDアレイ15の下面15bは、各フォトダイオード16からの検出信号を出力するための信号出力面となっている。この下面15bには、検出信号出力用の電極である16個のバンプ電極17が、各フォトダイオード16に対応するように 4×4 に配列されて設けられている。

【0040】 なお、フォトダイオードの基板電極についても検出信号出力用の電極と同様にバンプ電極をPDアレイの下面15bに形成するが、図示していない。同様に、配線基板20に形成されている電極パッドや貫通孔、信号処理素子30、32、バンプ電極31、33などもフォトダイオード15の検出信号出力に関わる部分のみを示しており、実際には、駆動用電極や基板電極やビデオ出力などの電極パッドやバンプ電極が必要であるが、図示していない。

【0041】 放射線検出部1の下流側には、配線基板部2が設置されている。

本実施形態においては、配線基板部2は、その信号入力面と信号出力面との間で電気信号を導く導電路が設けられた配線基板20を有して構成されている。この配線基板20では、放射線遮蔽機能を有する所定のガラス材料から形成されたガラス基板が基板として用いられている。このようなガラス材料としては、例えば、
5 鉛を含有する鉛ガラスを用いることが好ましい。

【0042】 図3A及び図3Bは、それぞれ配線基板20の構成を示す平面図であり、図3Aはその上面である信号入力面20aを、また、図3Bは下面である信号出力面20bをそれぞれ示している。

【0043】 配線基板20を構成するガラス基板には、入力面20aと出力面20bとの間に、複数の貫通孔20cが形成されている。また、それぞれの貫通孔20cに対して、入力面20aと出力面20bとの間を電気的に導通して、導電路として機能する導電性部材21が設けられている。本実施形態においては、PDアレイ15の構成に対応して、 $4 \times 4 = 16$ 個の貫通孔20c及び導電性部材21が設けられている。これらの貫通孔20c及び導電性部材21は、PDアレイ15におけるバンプ電極17と同一のピッチで形成されている。
10
15

【0044】 導電性部材21は、具体的には、貫通孔20cの内部に形成された導通部21cと、入力面20a上で貫通孔20cの外周部に導通部21cと連続するように形成された入力部21aと、出力面20b上で貫通孔20cの外周部に導通部21cと連続するように形成された出力部21bとから構成されている。
20

【0045】 配線基板20の入力面20a上には、図3Aに示すように、導電性部材21の入力部21aに加えて電極パッド22aが形成されている。この電極パッド22aは、PDアレイ15の出力面15b上のバンプ電極17に対応する位置に設けられている。また、電極パッド22aは、配線22bを介して対応する導電性部材21の入力部21aと電気的に接続されている。これにより、PDアレイ15での検出信号を出力するフォトダイオード16は、バンプ電極17、
25

電極パッド 22a、及び配線 22b を介して、配線基板 20 での検出信号を伝達する導電性部材 21 に電気的に接続される。

【0046】 また、配線基板 20 の出力面 20b 上には、図 3B に示すように、導電性部材 21 の出力部 21b に加えて電極パッド 23a、23c が形成されている。また、電極パッド 23a、23c は、それぞれ配線 23b、23d を介して対応する導電性部材 21 の出力部 21b と電気的に接続されている。また、出力面 20b 上には、電極パッド 24 が形成されている。この電極パッド 24 は、後述するハウジング 40 との接続に用いられるものである。また、図示していないが、電極パッド 24 の一部もしくは全ては、信号処理素子の所定の箇所と電気的に接続されている。
10

【0047】 配線基板部 2 の下流側には、信号処理部 3 と、ハウジング（パッケージ）40 とが設置されている。本実施形態においては、信号処理部 3 は、放射線検出部 1 の PD アレイ 15 からの検出信号を処理するための信号処理回路がそれぞれ設けられた 2 個の信号処理素子 30、32 からなる。

【0048】 配線基板 20 の出力面 20b のうち、x 軸に対して一側（放射線検出部 1 からみて左側）から 1 列目の列 L₁ にある 4 個の貫通孔と、2 列目の列 L₂ にある 4 個の貫通孔とによって挟まれた領域は、信号処理素子 30 が配置される領域となっている。信号処理素子 30 は、図 3B に示すように、この列 L₁、L₂ の間であって、列 L₁、L₂ の貫通孔 20c の延長上にある領域を除く領域内に配置されている。
15
20

【0049】 配線基板 20 の出力面 20b 上で信号処理素子 30 が配置される領域内には、配線 23b を介して列 L₁、L₂ にある対応する導電性部材 21 と電気的に接続された 8 個の電極パッド 23a が設けられている。また、信号処理素子 30 の上面上には、電極パッド 23a に対応する位置に、8 個のバンプ電極 31 が形成されている。これにより、配線基板 20 での導電性部材 21 のうち、列 L₁、L₂ にある 8 個の導電性部材 21 は、その出力部 21b、配線 23b、電極
25

パッド23a、及びバンプ電極31を介して、信号処理素子30に設けられた信号処理回路に電気的に接続される。

【0050】 配線基板20の出力面20bのうち、x軸に対して+側（放射線検出部1からみて右側）から1列目の列L₄にある4個の貫通孔と、2列目の列L₃にある4個の貫通孔とによって挟まれた領域は、信号処理素子32が配置される領域となっている。信号処理素子32は、図3Bに示すように、この列L₃、L₄の間であって、列L₃、L₄の貫通孔20cの延長上にある領域を除く領域内に配置されている。

【0051】 配線基板20の出力面20b上で信号処理素子32が配置される領域内には、配線23dを介して列L₃、L₄にある対応する導電性部材21と電気的に接続された8個の電極パッド23cが設けられている。また、信号処理素子32の上面上には、電極パッド23cに対応する位置に、8個のバンプ電極33が形成されている。これにより、配線基板20での導電性部材21のうち、列L₃、L₄にある8個の導電性部材21は、その出力部21b、配線23d、電極パッド23c、及びバンプ電極33を介して、信号処理素子32に設けられた信号処理回路に電気的に接続される。

【0052】 また、ハウジング40は、放射線検出部1、配線基板部2、及び信号処理部3を一体に保持する保持部材である。このハウジング40は、その上面に凹部として設けられ、信号処理素子30、32を内部に収容する素子収容部41と、素子収容部41の外周に設けられ、バンプ電極44を介して配線基板20の電極パッド24に接続されるとともに、放射線検出部1、配線基板部2、及び信号処理部3を支持する支持部42とを有する。また、ハウジング40の下面には、電気信号の外部への入出力に用いられるリード43が設けられている。

【0053】 以上の構成において、放射線検出部1のシンチレータ10にX線などの放射線が入射すると、シンチレータ10内で放射線によってシンチレーション光が発生し、光学接着剤11を介してPDアレイ15のフォトダイオード1

6へと入射する。フォトダイオード16は、このシンチレーション光を検出して、放射線の検出に対応する電気信号である検出信号を出力する。

【0054】 PDアレイ15の各フォトダイオード16から出力された検出信号は、対応するバンプ電極17、配線基板20の導電性部材21、及びバンプ電極31、33を順次に介して、信号処理素子30、32へと入力される。そして、信号処理素子30、32の信号処理回路において、検出信号に対して必要な信号処理が行われる。

【0055】 本実施形態による放射線検出器の効果について説明する。

【0056】 図1～図3A、図3Bに示した放射線検出器においては、放射線検出部1と信号処理部3との電気的な接続に用いられる配線基板20を、所定のガラス材料からなるガラス基板を用いて構成している。そして、ガラス基板に設けられる導電路の貫通孔20cに対して、信号処理部3の信号処理素子30、32をそれぞれ貫通孔20cが設けられている領域からずらして実装して、貫通孔20cから信号処理素子30、32が見通せない構成としている。

【0057】 このような構成によれば、配線基板20に貫通孔20cがない部位では、そのガラス材料により、信号入力面20aから信号出力面20bへと放射線が透過することが抑制される。また、配線基板20に貫通孔20cがある部位でも、貫通孔20cを通過した放射線は信号処理素子30、32には入射しない。これにより、配線基板20における貫通孔20cの存在にかかわらず、信号処理部3への放射線の入射が抑制されて、放射線ダメージによる感度などの特性や信頼性や寿命の劣化を確実に抑制することが可能な放射線検出器が実現される。

【0058】 配線基板部2の配線基板20においてガラス基板に用いられるガラス材料としては、上記したように、鉛を含有するガラス材料を用いることが好ましい。鉛ガラスを用いることにより、配線基板部2での放射線の透過を効果的に抑制することができる。ここで、ガラス材料に含有させる鉛の量については、その放射線検出器において要求される放射線遮蔽機能の程度等に応じて適宜設定

することが好ましい。また、鉛ガラス以外のガラス材料を用いても良い。

【0059】 次に、図1に示した配線基板部での配線基板、及びそれに用いられるガラス基板について説明する。

【0060】 配線基板20では、上記したように、放射線検出部1側の入力面20aと、信号処理部3側の出力面20bとの間で、導電路となる導電性部材21を形成するための貫通孔20cが設けられたガラス基板が用いられている。このようなガラス基板としては、例えば、両端が開口した中空状のガラス部材が複数互いに融着された状態で複数の貫通孔が設けられたガラス基板を用いることができる。

【0061】 図4A～図4Cは、複数の貫通孔が設けられた上記のガラス基板の一例を示す図である。なお、ここでは、複数の貫通孔を有するガラス基板の一般的な構成例について示している。このため、図4A～図4Cに示すガラス基板は、図1に示した放射線検出器に用いられている配線基板とは異なる形状及び構成となっている。

【0062】 図4Aはガラス基板の構成を示す平面図であり、図4Bはガラス基板に含まれるマルチチャンネル部材の構成を示す平面図であり、図4Cはマルチチャンネル部材に含まれるガラス部材の構成を示す斜視図である。これらの図4A～図4Cにおいては、配線基板での導電路となる導電性部材が形成されていない状態でのガラス基板を示している。

【0063】 ガラス基板9は、図4Aに示すように、キャピラリー基板90を有している。キャピラリー基板90は、複数の貫通孔93を有するマルチチャンネル部材92を複数含んでいる。マルチチャンネル部材92は、ガラス材料からなる縁部材91の内側に、2次元状に配置された状態で互いに融着されて一体形成されている。

【0064】 このようなキャピラリー基板90は、例えば、複数本のガラスファイバから一体に形成されるとともに、コアガラス部を除去することで複数の貫

通孔 9 3 が形成される。

【0065】 マルチチャンネル部材 9 2 は、図 4 B 及び図 4 C に示すように、両端が開口した中空状のガラス部材 9 5 が複数互いに融着された状態で一体化されており、キャピラリー基板 9 0 の上面及び下面に垂直な方向からみて 4 角形状 (例えば、 $1000 \mu\text{m} \times 1000 \mu\text{m}$ 程度) を呈している。また、貫通孔 9 3 は、その開口部が円形状を呈している。貫通孔 9 3 の内径は、例えば $6 \mu\text{m}$ 程度である。

【0066】 なお、キャピラリー基板 9 0 を構成している縁部材 9 1 及びガラス部材 9 5 のガラス材料としては、放射線検出器に関して上述したように、放射線遮蔽機能を有するガラス材料、例えば鉛ガラス材料、が用いられる。

【0067】 図 1 に示した放射線検出器における配線基板 2 0 としては、例えば、この図 4 A～図 4 C に示した構成を有するガラス基板での貫通孔に導電路となる導電性部材を形成したもの用いることができる。すなわち、このような構成のガラス基板において、その基板の形状及び貫通孔の個数、配置等を放射線検出器の構成に応じて設定する。そして、ガラス基板に設けられた貫通孔に導電路となる導電性部材を形成し、さらに、その各面にそれぞれ必要な電極及び配線からなる電気配線パターンを形成することにより、図 3 A 及び図 3 B に示したような構成を有する配線基板が得られる。

【0068】 図 5 A 及び図 5 B は、配線基板の貫通孔に設けられる導電性部材の構成の一例を示す図であり、図 5 A は上面図、図 5 B は I—I 矢印断面図を示している。配線基板 2 0 には、複数個 (例えば $4 \times 4 = 16$ 個) の貫通孔 2 0 c が 2 次元に配列されて形成されている。それぞれの貫通孔 2 0 c は、図 5 B に示すように、配線基板 2 0 の入力面 2 0 a 及び出力面 2 0 b に対して垂直な軸を中心軸として、円形状の断面形状を有して形成されている。

【0069】 図 5 A 及び図 5 B に示す構成例においては、この貫通孔 2 0 c に対し、入力面 2 0 a と出力面 2 0 b との間を電気的に導通する導電性部材 2 1 を、

貫通孔 20 c の内壁に形成された部材として設けている。すなわち、貫通孔 20 c 内には、その内壁に導通部 21 c が形成されている。また、入力面 20 a 上で貫通孔 20 c の外周部には、導通部 21 c と連続する入力部 21 a が形成されている。また、出力面 20 b 上で貫通孔 20 c の外周部には、導通部 21 c と連続する出力部 21 b が形成されている。これらの導通部 21 c、入力部 21 a、及び出力部 21 b により、配線基板 20 での導電路となる導電性部材 21 が構成される。
5

【0070】 図 6 A 及び図 6 B は、配線基板の貫通孔に設けられる導電性部材の構成の他の例を示す図であり、図 6 A は上面図、図 6 B は II-II 矢印断面図を示している。配線基板 20 には、複数個の貫通孔 20 c が 2 次元に配列されて形成されている。それぞれの貫通孔 20 c は、図 6 B に示すように、配線基板 20 の入力面 20 a 及び出力面 20 b に対して垂直な軸を中心軸として、円形状の断面形状を有して形成されている。
10

【0071】 図 6 A 及び図 6 B に示す構成例においては、この貫通孔 20 c に対し、入力面 20 a と出力面 20 bとの間を電気的に導通する導電性部材 21 を、貫通孔 20 c の内部に充填された部材として設けている。すなわち、貫通孔 20 c 内には、その内部に導通部 21 c が充填されている。また、入力面 20 a 上で貫通孔 20 c の外周部には、導通部 21 c と連続する入力部 21 a が形成されている。また、出力面 20 b 上で貫通孔 20 c の外周部には、導通部 21 c と連続する出力部 21 b が形成されている。これらの導通部 21 c、入力部 21 a、及び出力部 21 b により、第 1 配線基板 20 での導電路となる導電性部材 21 が構成される。
15
20

【0072】 複数の貫通孔を有するガラス基板に導電路として形成される導電性部材としては、例えば、これらの図 5 A、図 5 B 及び図 6 A、図 6 B に示した構成を用いることができる。なお、配線基板となるガラス基板における導電路の配置については、放射線検出器の構成に応じて設定することが好ましい。そのよ
25

うな構成としては、例えば、複数の貫通孔のうち、導電路が必要な位置にある貫通孔をマスク等によって選択して導電性部材を形成する構成がある。あるいは、導電路が必要な位置のみに選択的に貫通孔を設けておく構成としても良い。

【0073】 なお、配線基板に用いられるガラス基板については、図4A～図4Cに示した構成に限らず、他の構成を用いても良い。例えば、図4A～図4Cにおいては、それぞれ貫通孔を有する複数のガラス部材を一体形成してマルチチャンネル部材とし、さらに、複数のマルチチャンネル部材を一体形成してキャピラリー基板としている。これに対して、複数のガラス部材から直接キャピラリー基板を一体形成しても良い。また、個々のガラス部材やマルチチャンネル部材の形状及び配列、各部材での貫通孔の有無または配列等については、導電路の配置に応じて適宜好適な構成を用いることが好ましい。また、貫通孔の構成については、その断面形状を円形状以外の多角形状、例えば4角形状、としても良い。

【0074】 次に、図1に示した放射線検出器の製造方法について、その具体的な構成例とともに概略的に説明する。

【0075】 まず、鉛ガラスなどの放射線遮蔽機能を有するガラス材料からなり、所定位置に貫通孔が形成されたガラス基板を用意する。そして、その貫通孔に導電路となる導電性部材を形成し、さらに、入力面及び出力面となる両面にそれぞれ必要な電極及び配線を有する電気配線パターンを形成して、配線基板部2に用いられる配線基板20を作製する。

【0076】 具体的には、配線基板部2での配線基板について、ガラス基板に設けられた貫通孔20cに対して、導通部21c、入力部21a、及び出力部21bからなる導電性部材21を形成するとともに、その入力面20a上に電極パッド22a及び配線22bを、また、出力面20b上に電極パッド23a、23c、24、及び配線23b、23dを形成して、配線基板20とする。

【0077】 ガラス基板に形成する上記した導電性部材及び電気配線パターンとしては、例えば、窒化チタン(TiN)、ニッケル(Ni)、アルミニウム(A

1)、クロム (Cr)、銅 (Cu)、銀 (Ag)、金 (Au)、あるいはそれらの合金からなる導電性金属層によって形成することができる。このような金属層は、単一の金属層であっても良く、複合膜あるいは積層膜であっても良い。また、その具体的な形成方法としては、ガラス基板に対して所望パターンのマスクを設け、蒸着やCVD、メッキ、スペッタなどの方法によって金属膜を形成した後、マスクを除去する方法を用いることができる。あるいは、金属膜を成膜した後にフォトレジストをパターニングしてエッチングする、または、リフトオフなどによりパターン形成することが可能である。なお、必要があれば、配線基板 20 にさらにバンプ電極を形成する場合もある。

【0078】 配線基板 20 からなる配線基板部 2 を作製したら、バンプ電極 3 1、33 が形成された信号処理素子 30、32 の IC チップを、配線基板 20 の出力面 20b 上に設けられた電極パッド 23a、23c に対してそれぞれアライメントして、それらを物理的、電気的に接続する。また、バンプ電極 17 が形成された PD アレイ 15 を、配線基板 20 の入力面 20a 上に設けられた電極パッド 22a に対してアライメントして、それらを物理的、電気的に接続する。

【0079】 バンプ電極 31、33、17 を形成するバンプ材料としては、例えば、ニッケル (Ni)、銅 (Cu)、銀 (Ag)、金 (Au)、半田、導電性フィラーを含む樹脂、あるいはそれらの複合材料を用いることができる。また、バンプ電極と、その下の電極パッドとの間に、金属の相互拡散防止や密着性を向上させるためのアンダーバンプメタル (UBM) を介在させても良い。

【0080】 続いて、バンプ電極 44 が形成されたハウジング 40 を、配線基板 20 の出力面 20b 上に設けられた電極パッド 24 に対してアライメントして、それらを物理的、電気的に接続する。以上により、ハウジング 40 に設けられたリード 43 を介した外部回路との信号の入出力動作が可能となる。さらに、PD アレイ 15 の光入射面 15a 上に、光学接着剤 11 でシンチレータ 10 を実装することにより、図 1 に示した放射線検出器が得られる。

【0081】 図7は、放射線検出器の第2実施形態の断面構造を示す側面の断面図である。また、図8は、図7に示した放射線検出器の構成を、各構成要素を分解して示す斜視図である。

【0082】 図7に示した放射線検出器は、放射線検出部1と、配線基板部2と、信号処理部3と、ハウジング40とを備えている。これらのうち、放射線検出部1、及びハウジング40の構成については、図1に示した実施形態と同様である。

【0083】 放射線検出部1の下流側には、配線基板部2が設置されている。本実施形態においては、配線基板部2は、その信号入力面と信号出力面との間で電気信号を導く導電路が設けられた配線基板25を有して構成されている。この配線基板25では、放射線遮蔽機能を有する所定のガラス材料から形成されたガラス基板が基板として用いられている。このようなガラス材料としては、例えば、鉛を含有する鉛ガラスを用いることが好ましい。

【0084】 図9A及び図9Bは、それぞれ配線基板25の構成を示す平面図であり、図9Aはその上面である信号入力面25aを、また、図9Bは下面である信号出力面25bをそれぞれ示している。

【0085】 配線基板25を構成するガラス基板には、入力面25aと出力面25bとの間に、複数の貫通孔25cが形成されている。また、それぞれの貫通孔25cに対して、入力面25aと出力面25bとの間を電気的に導通して、導電路として機能する導電性部材26が設けられている。本実施形態においては、PDアレイ15の構成に対応して、 $4 \times 4 = 16$ 個の貫通孔25c及び導電性部材26が設けられている。これらの貫通孔25c及び導電性部材26は、PDアレイ15におけるバンプ電極17と同一のピッチで形成されている。なお、フォトダイオードの基板電極用の貫通孔や導電性部材などは図示していない。

【0086】 導電性部材26は、具体的には、貫通孔25cの内部に形成された導通部26cと、入力面25a上で貫通孔25cの外周部に導通部26cと連

続するように形成された入力部 26a と、出力面 25b 上で貫通孔 25c の外周部に導通部 26c と連続するように形成された出力部 26b とから構成されている。

【0087】 配線基板 25 の入力面 25a 上には、図 9A に示すように、導電性部材 26 の入力部 26a に加えて電極パッド 27a が形成されている。この電極パッド 27a は、PDアレイ 15 の出力面 15b 上のバンプ電極 17 に対応する位置に設けられている。また、電極パッド 27a は、配線 27b を介して対応する導電性部材 26 の入力部 26a と電気的に接続されている。これにより、PDアレイ 15 での検出信号を出力するフォトダイオード 16 は、バンプ電極 17、電極パッド 27a、及び配線 27b を介して、配線基板 25 での検出信号を伝達する導電路である導電性部材 26 に電気的に接続される。

【0088】 また、配線基板 25 の出力面 25b 上には、図 9B に示すように、導電性部材 26 の出力部 26b に加えて電極パッド 28a が形成されている。また、電極パッド 28a は、配線 28b を介して対応する導電性部材 26 の出力部 26b と電気的に接続されている。また、出力面 25b 上には、電極パッド 29 が形成されている。この電極パッド 29 は、ハウジング 40 との接続に用いられるものである。また、図示していないが、電極パッド 29 の一部もしくは全ては、信号処理素子の所定の箇所と電気的に接続されている。

【0089】 また、本実施形態においては、貫通孔 25c の内部のうち導通部 26c を除く部分は、放射線遮蔽機能を有する所定の遮蔽材料からなる遮蔽部材 18 で充填されている。これにより、配線基板 25 の信号入力面 25a から信号出力面 25b への貫通孔 25c による開口は、この遮蔽部材 18 によって塞がれている。

【0090】 配線基板部 2 の下流側には、信号処理部 3 と、ハウジング 40 とが設置されている。本実施形態においては、信号処理部 3 は、放射線検出部 1 の PDアレイ 15 からの検出信号を処理するための信号処理回路が設けられた信号

処理素子 3 4 からなる。

【0091】 信号処理素子 3 4 の上面上には、バンプ電極 3 5 が形成されている。このバンプ電極 3 5 は、配線基板 2 5 の出力面 2 5 b 上の電極パッド 2 8 a に対応する位置に設けられている。これにより、配線基板 2 5 での導電性部材 2 6 は、その出力部 2 6 b、配線 2 8 b、電極パッド 2 8 a、及びバンプ電極 3 5 を介して、信号処理素子 3 4 に設けられた信号処理回路に電気的に接続される。

【0092】 以上の構成において、放射線検出部 1 のシンチレータ 1 0 に X 線などの放射線が入射すると、シンチレータ 1 0 内で放射線によってシンチレーション光が発生し、光学接着剤 1 1 を介して PDアレイ 1 5 のフォトダイオード 1 6 へと入射する。フォトダイオード 1 6 は、このシンチレーション光を検出して、放射線の検出に対応する電気信号である検出信号を出力する。

【0093】 PDアレイ 1 5 の各フォトダイオード 1 6 から出力された検出信号は、対応するバンプ電極 1 7、配線基板 2 5 の導電性部材 2 6、及びバンプ電極 3 5 を順次に介して、信号処理素子 3 4 へと入力される。そして、信号処理素子 3 4 の信号処理回路において、検出信号に対して必要な信号処理が行われる。

【0094】 本実施形態による放射線検出器の効果について説明する。

【0095】 図 7～図 9 A、図 9 B に示した放射線検出器においては、放射線検出部 1 と信号処理部 3 との電気的な接続に用いられる配線基板 2 5 を、所定のガラス材料からなるガラス基板を用いて構成している。そして、ガラス基板に設けられる導電路の貫通孔 2 5 c に対して、貫通孔 2 5 c による配線基板 2 5 の開口を塞ぐ遮蔽部材 1 8 を設けて、貫通孔 2 5 c から信号処理素子 3 4 が見通せない構成としている。

【0096】 このような構成によれば、配線基板 2 5 に貫通孔 2 5 c がない部位では、そのガラス材料により、信号入力面 2 5 a から信号出力面 2 5 b へと放射線が透過することが抑制される。また、配線基板 2 5 に貫通孔 2 5 c がある部位でも、遮蔽部材 1 8 によって放射線が貫通孔 2 5 c を通過することが抑制され

る。これにより、配線基板 25 における貫通孔 25c の存在にかかわらず、信号処理部 3 への放射線の入射が抑制されて、放射線ダメージによる感度などの特性や信頼性や寿命の劣化を確実に抑制することが可能な放射線検出器が実現される。

【0097】 図 7 に示した放射線検出器における配線基板 25 としては、図 1 に示した配線基板 20 と同様に、例えば、図 4A～図 4C に示した構成を有するガラス基板での貫通孔に導電路となる導電性部材を形成したもの用いることができる。

【0098】 図 10 は、配線基板の貫通孔及び貫通孔を塞ぐ遮蔽部材の構成の一例を示す断面図である。配線基板 25 には、複数個（例えば $4 \times 4 = 16$ 個）の貫通孔 25c が 2 次元に配列されて形成されている。それぞれの貫通孔 25c は、配線基板 25 の入力面 25a 及び出力面 25b に対して垂直な軸を中心軸として、円形状の断面形状を有して形成されている。また、導電性部材 26 と電気的に接続された電極パッド 27a に対し、PD アレイ 15 の出力面 15b に設けられたバンプ電極 17 が接続されている。

【0099】 図 10 に示す構成例においては、貫通孔 25c に対し、導電性部材 26 を、貫通孔 25c の内壁に形成された部材として設けている。すなわち、貫通孔 25c 内には、その内壁に導通部 26c が形成されている。また、入力面 25a、出力面 25b 上には、それぞれ入力部 26a、出力部 26b が形成されている。

【0100】 また、貫通孔 25c のうちで導通部 26c の内側部分には、鉛などの導電性を有する遮蔽材料からなり、導通部 26c とともに導通部として機能する遮蔽部材 18 が充填されている。これらの導電性部材 26 及び遮蔽部材 18 により、配線基板 25 での導電路となる導電性部材が構成される。また、放射線遮蔽機能を有する遮蔽部材 18 で貫通孔 25c の開口が塞がることにより、貫通孔 25c における放射線の通過が抑制される。

【0101】 図 11 は、配線基板の貫通孔及び貫通孔を塞ぐ遮蔽部材の構成の

他の例を示す断面図である。なお、本構成例での貫通孔 25c 及び電極パッド 27a 等の構成については、図 10 に示した構成と同様である。

【0102】 図 11 に示す構成例においては、貫通孔 25c に対し、導電性部材 26 としては入力面 25a 上の入力部 26a、及び出力面 25b 上の出力部 26b のみを形成している。また、貫通孔 25c の内側部分の全体に、鉛などの導電性を有する遮蔽部材からなり、導電部として機能する遮蔽部材 18 が充填されている。これらの導電性部材 26 及び遮蔽部材 18 により、配線基板 25 での導電路となる導電性部材が構成される。また、放射線遮蔽機能を有する遮蔽部材 18 で貫通孔 25c の開口が塞がれることにより、貫通孔 25c における放射線の通過が抑制される。

【0103】 なお、貫通孔 25c の内部に充填される遮蔽部材 18 については、入力面 25a と出力面 25b との間の導電路の一部として機能するように、上記のように導電性を有する材料を用いて形成することが好ましい。ただし、図 10 に示したように貫通孔 25c 内に導通部 26c が設けられている構成においては、放射線遮蔽機能を有するものであれば、導電性が低い材料を用いても良い。また、遮蔽部材によって貫通孔を塞ぐ構成としては、図 10 及び図 11 に示した構成以外にも様々な構成を用いることが可能である。

【0104】 図 12 は、配線基板の貫通孔及び貫通孔を塞ぐ遮蔽部材の構成の他の例を示す断面図である。配線基板 25 には、複数個（例えば $4 \times 4 = 16$ 個）の貫通孔 25c が 2 次元に配列されて形成されている。それぞれの貫通孔 25c は、配線基板 25 の入力面 25a 及び出力面 25b に対して垂直な軸を中心軸として、円形状の断面形状を有して形成されている。

【0105】 図 12 に示す構成例においては、貫通孔 25c に対し、導電性部材 26 を、貫通孔 25c の内壁に形成された部材として設けている。すなわち、貫通孔 25c 内には、その内壁に導通部 26c が形成されている。また、入力面 25a、出力面 25b 上には、それぞれ入力部 26a、出力部 26b が形成され

ている。

【0106】 また、本構成例では、配線基板25の入力面25a上に電極パッド27aを設けずに、導電性部材26の入力部26a自体を電極パッドとしている。また、PDアレイ15の出力面15bには、バンプ電極17に代えて、鉛入り半田などの放射線遮蔽機能を有する所定の遮蔽材料からなる遮蔽バンプ電極19が設けられている。この遮蔽バンプ電極19は、貫通孔25cに設けられた導電性部材26に対して電気的に接続されている。このように、放射線遮蔽機能を有する遮蔽部材である遮蔽バンプ電極19で貫通孔25cの開口が塞がれることにより、貫通孔25cにおける放射線の通過が抑制される。

【0107】 本発明による放射線検出器は、上記した実施形態に限られるものではなく、様々な変形が可能である。例えば、放射線検出部1において半導体光検出素子アレイとして設けられているPDアレイ15については、フォトダイオードが光入射面（表面）15aに形成されている表面入射型のものを用いても良く、あるいは、フォトダイオードが信号出力面（裏面）15bに形成されている裏面入射型のものを用いても良い。また、光検出素子であるフォトダイオードの個数や配列等についても、適宜設定して良い。

【0108】 また、フォトダイオードからの検出信号を出力面15bから出力する構成については、PDアレイの具体的な構成に応じて、例えば、出力面15b上に形成された配線パターンによる構成や、PDアレイ15内に形成された貫通電極による構成などを用いることができる。

【0109】 また、図1、図7に示した放射線検出器では、放射線検出部1の構成として、放射線の入射によりシンチレーション光を発生するシンチレータ10と、シンチレータ10からのシンチレーション光を検出する半導体光検出素子であるフォトダイオード16が設けられたPDアレイ15とを有する構成を用いている。このような構成は、入射したX線などの放射線をシンチレータ10によって所定波長の光（例えば、可視光）に変換した後にSi-PDアレイなどの半

導体光検出素子で検出する間接検出型の構成である。

【0110】 あるいは、放射線検出部として、シンチレータを設けず、入射された放射線を検出する半導体検出素子を有する構成を用いることも可能である。

このような構成は、入射したX線などの放射線をCdTeやCdZnTe、あるいは充分厚くしてX線などを吸収できるようにしたシリコンなどからなる半導体検出素子で検出する直接検出型の構成である。これは、例えば、図1、図7の構成において、シンチレータ10を除くとともに、PDアレイ15を半導体検出素子アレイに置き換えた構成に相当する。なお、検出器は光起電力型（フォトダイオード）であっても、光導電型（フォトコンダクティブタイプ）などであっても良い。

【0111】 また、配線基板部2と放射線検出部1との接続、及び配線基板部2と信号処理部3との接続等については、上記実施形態のように、バンプ電極を介した電気的な接続によるダイレクトボンディング方式を用いることが好ましい。このような金属バンプ電極を電気的接続手段として用いることにより、各部を好適に電気的に接続することができる。

【0112】 あるいは、このようなバンプ電極を用いた構成以外にも、バンプ電極による接続後にアンダーフィル樹脂を充填する構成や、異方性導電性フィルム（ACF）方式、異方性導電性ペースト（ACP）方式、非導電性ペースト（NCP）方式による構成などを用いても良い。また、それぞれの基板については、必要に応じて、電極パッドを開口させた状態で絶縁性物質からなるパッシベーション膜を形成しても良い。

【0113】 また、配線基板に設けられる導電路の貫通孔に対して、信号処理部の信号処理素子を貫通孔が設けられている領域からずらして実装する構成の放射線検出器については、図1に示した構成以外にも、様々な構成を用いることができる。

【0114】 図13は、放射線検出器の第3実施形態の断面構造を示す側面断

面図である。また、図14は、図13に示した放射線検出器の構成を、各構成要素を分解して示す斜視図である。なお、図14においては、シンチレータ10及びハウジング40の図示を省略している。

【0115】 図13に示した放射線検出器は、放射線検出部1と、配線基板部6と、信号処理部3と、ハウジング40とを備えている。これらのうち、放射線検出部1、及びハウジング40の構成については、図1に示した実施形態と同様である。

【0116】 放射線検出部1の下流側には、配線基板部6が設置されている。本実施形態においては、配線基板部6は、その信号入力面と信号出力面との間で電気信号を導く導電路が設けられた配線基板60を有して構成されている。この配線基板60では、放射線遮蔽機能を有する所定のガラス材料から形成されたガラス基板が基板として用いられている。

【0117】 また、この配線基板部6では、y軸について一側の所定範囲が放射線検出部1及び信号処理部3を実装する領域（第1領域）、+側の所定範囲が貫通孔60cを設ける領域（第2領域）となっている。また、第2領域内に設けられた貫通孔60cに対し、貫通孔60cの内部に形成された導通部61cと、入力面60a上の入力部61aと、出力面60b上の出力部61bとから構成された導電性部材61が設けられている。

【0118】 配線基板60の入力面60a上には、第2領域内に設けられた導電性部材61の入力部61aに加えて、第1領域内に電極パッド62aが形成されている。この電極パッド62aは、PDアレイ15の出力面15b上のバンプ電極17に対応する位置に設けられている。また、電極パッド62aは、配線62bを介して対応する導電性部材61の入力部61aと電気的に接続されている。

【0119】 同様に、配線基板60の出力面60b上には、第2領域内に設けられた導電性部材61の出力部61bに加えて、第1領域内に電極パッド63aが形成されている。この電極パッド63aは、信号処理部3の信号処理素子36

の上面上のパンプ電極 37 に対応する位置に設けられている。また、電極パッド 63a は、配線 63b を介して対応する導電性部材 61 の出力部 61b と電気的に接続されている。

【0120】 このような構成においても、貫通孔 60c が設けられている第 2 領域からずらした第 1 領域に信号処理部 3 の信号処理素子 36 が実装されており、貫通孔 60c から信号処理素子 36 が見通せない構成となっている。これにより、図 1 に示した構成と同様に、配線基板 60 における貫通孔 60c の存在にかかわらず、信号処理部 3 への放射線の入射が抑制され、放射線ダメージによる信頼性や寿命の劣化を確実に抑制することが可能な放射線検出器が実現される。

10 産業上の利用可能性

【0121】 本発明による放射線検出器は、以上詳細に説明したように、配線基板の下流側にある信号処理手段への放射線の入射が抑制される放射線検出器として利用可能である。

【0122】 すなわち、放射線検出手段と信号処理手段との電気的な接続に用いられる配線基板を、所定のガラス材料からなるガラス基板を用いて構成するとともに、ガラス基板に設けられる導電路の貫通孔に対して、信号処理手段を貫通孔が設けられている領域からずらして実装して、貫通孔から信号処理手段が見通せないようにする構成によれば、配線基板に貫通孔がない部位では、そのガラス材料により、信号入力面から信号出力面へと放射線が透過することが抑制される。また、配線基板に貫通孔がある部位でも、貫通孔を通過した放射線は信号処理手段には入射しない。これにより、配線基板における貫通孔の存在にかかわらず、信号処理手段への放射線の入射が抑制される放射線検出器が実現される。

【0123】 同様に、放射線検出手段と信号処理手段との電気的な接続に用いられる配線基板を、所定のガラス材料からなるガラス基板を用いて構成するとともに、ガラス基板に設けられる導電路の貫通孔に対して、貫通孔による配線基板の開口を塞ぐ遮蔽部材を設けて、貫通孔から信号処理手段が見通せないようにす

る構成によれば、配線基板に貫通孔がない部位では、そのガラス材料により、信号入力面から信号出力面へと放射線が透過することが抑制される。また、配線基板に貫通孔がある部位でも、遮蔽部材によって放射線が貫通孔を通過することが抑制される。これにより、配線基板における貫通孔の存在にかかわらず、信号処理手段への放射線の入射が抑制される放射線検出器が実現される。

5

請求の範囲

1. 入射した放射線を検出して検出信号を出力する放射線検出手段と、前記放射線検出手段からの前記検出信号を処理する信号処理手段と、
信号入力面と信号出力面との間で前記検出信号を導く導電路が設けられた配線
5 基板を有し、前記放射線検出手段及び前記信号処理手段がそれぞれ前記信号入力
面及び前記信号出力面に接続された配線基板部とを備え、

前記配線基板は、放射線遮蔽機能を有する所定のガラス材料から形成され貫通
孔が設けられたガラス基板、及び前記貫通孔に設けられ前記信号入力面と前記信
号出力面との間を電気的に導通して前記導電路として機能する導電性部材を有し
10 て構成され、

前記放射線検出手段、前記配線基板部、及び前記信号処理手段は、所定の配列
方向に沿ってこの順で配置されるとともに、前記信号処理手段は、前記配線基板
に対して前記貫通孔の延長上にある領域を除く領域内に配置されていることを特
徴とする放射線検出器。

15 2. 前記配線基板は、前記ガラス基板の前記信号出力面上で前記信号処
理手段に対面する所定部位に設けられた電極パッドと、前記電極パッド及び対応
する前記導電性部材を電気的に接続する配線とを有することを特徴とする請求項
1 記載の放射線検出器。

20 3. 入射した放射線を検出して検出信号を出力する放射線検出手段と、
前記放射線検出手段からの前記検出信号を処理する信号処理手段と、
信号入力面と信号出力面との間で前記検出信号を導く導電路が設けられた配線
基板を有し、前記放射線検出手段及び前記信号処理手段がそれぞれ前記信号入力
面及び前記信号出力面に接続された配線基板部とを備え、

25 前記配線基板は、放射線遮蔽機能を有する所定のガラス材料から形成され貫通
孔が設けられたガラス基板、及び前記貫通孔に設けられ前記信号入力面と前記信
号出力面との間を電気的に導通して前記導電路として機能する導電性部材を有し

て構成され、

前記放射線検出手段、前記配線基板部、及び前記信号処理手段は、所定の配列方向に沿ってこの順で配置されるとともに、前記配線基板に設けられた前記貫通孔は、その前記信号入力面から前記信号出力面への開口が放射線遮蔽機能を有する遮蔽部材によって塞がれていることを特徴とする放射線検出器。
5

4. 前記遮蔽部材は、放射線遮蔽機能を有する所定の遮蔽材料が前記貫通孔の内部に充填されて設けられていることを特徴とする請求項3記載の放射線検出器。

5. 前記遮蔽部材は、放射線遮蔽機能を有する所定の遮蔽材料から形成され前記貫通孔に設けられた前記導電性部材に電気的に接続されるバンプ電極であることを特徴とする請求項3記載の放射線検出器。
10

6. 前記ガラス基板は、鉛を含有する前記ガラス材料から形成されていることを特徴とする請求項1～5のいずれか一項記載の放射線検出器。

7. 前記導電性部材は、前記ガラス基板に設けられた前記貫通孔の内壁に形成されて設けられていることを特徴とする請求項1～6のいずれか一項記載の放射線検出器。
15

8. 前記導電性部材は、前記ガラス基板に設けられた前記貫通孔の内部に充填されて設けられていることを特徴とする請求項1～6のいずれか一項記載の放射線検出器。

9. 前記ガラス基板は、両端が開口した中空状のガラス部材が複数互いに融着された状態で複数の前記貫通孔が設けられたガラス基板であることを特徴とする請求項1～8のいずれか一項記載の放射線検出器。
20

10. 前記放射線検出手段は、放射線の入射によりシンチレーション光を発生するシンチレータと、前記シンチレータからの前記シンチレーション光を検出する半導体光検出素子とを有することを特徴とする請求項1～9のいずれか一項記載の放射線検出器。
25

11. 前記放射線検出手段は、入射した放射線を検出する半導体検出素子を有することを特徴とする請求項1～9のいずれか一項記載の放射線検出器。

12. 前記配線基板部と前記放射線検出手段、及び前記配線基板部と前記信号処理手段、の少なくとも一方は、バンプ電極を介して電気的に接続されていることを特徴とする請求項1～11のいずれか一項記載の放射線検出器。
5

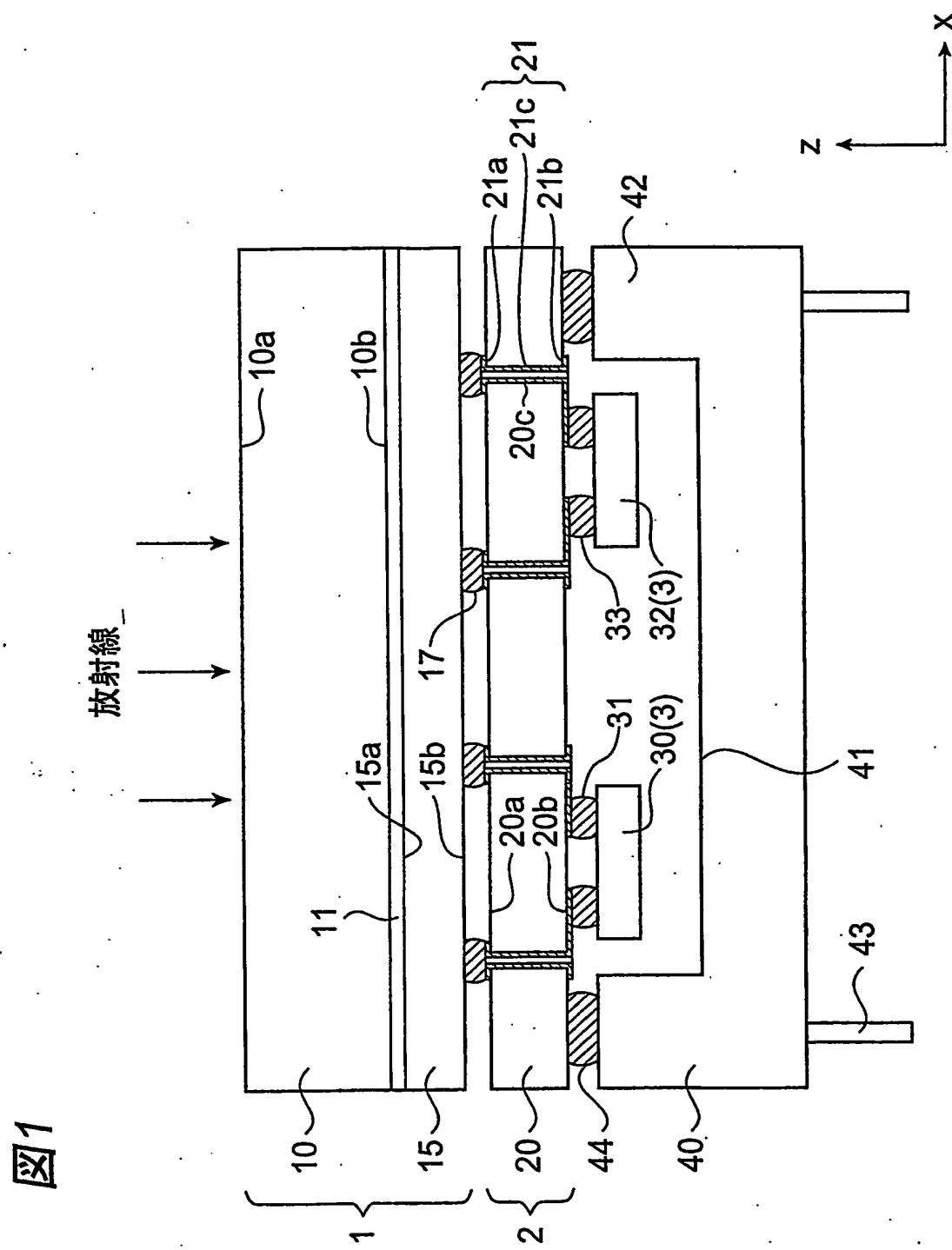


図2

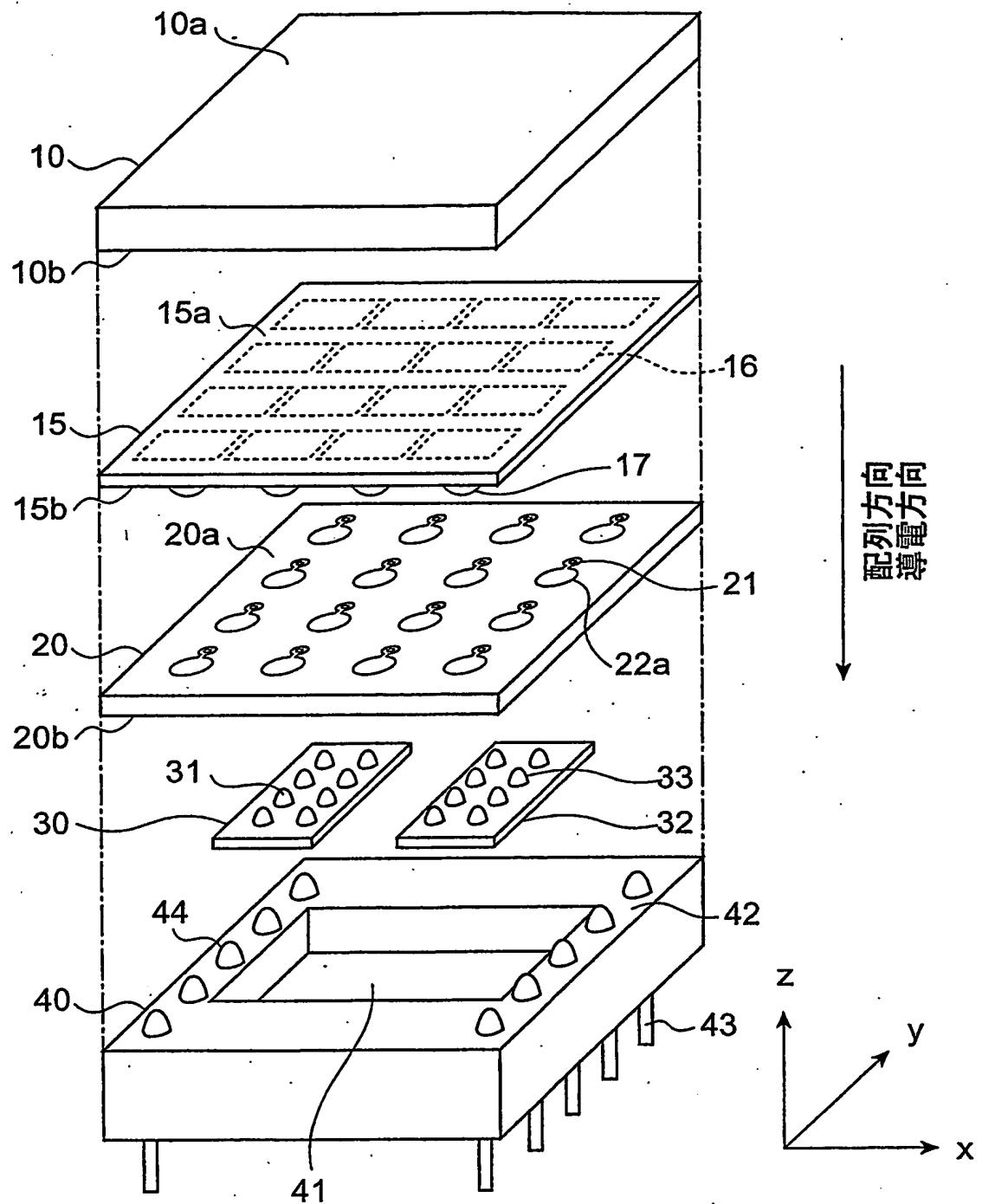


図3A

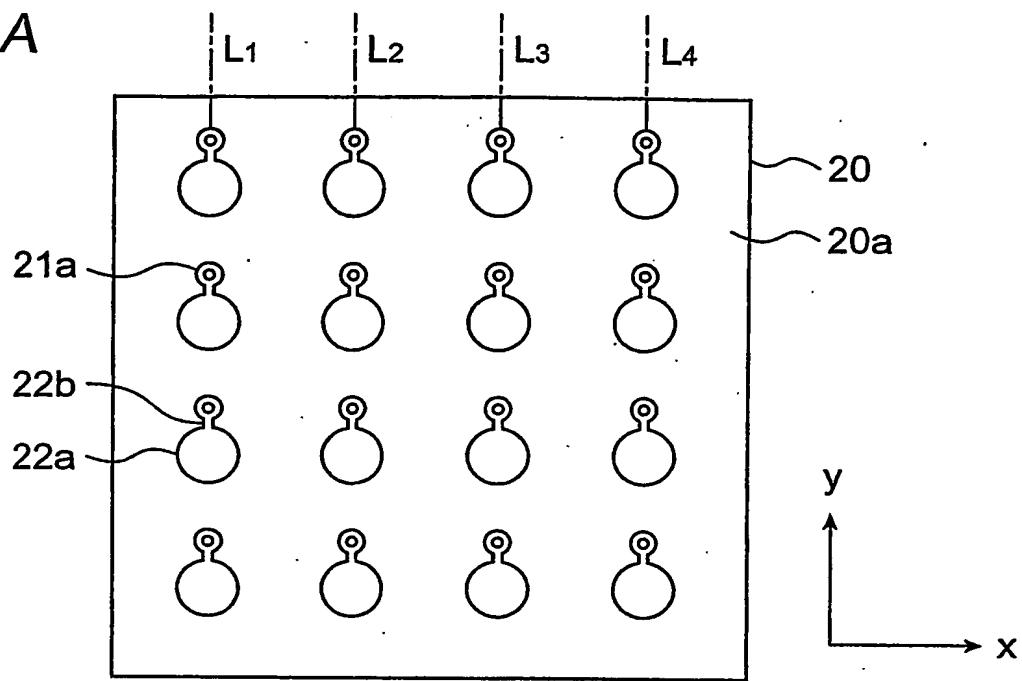


図3B

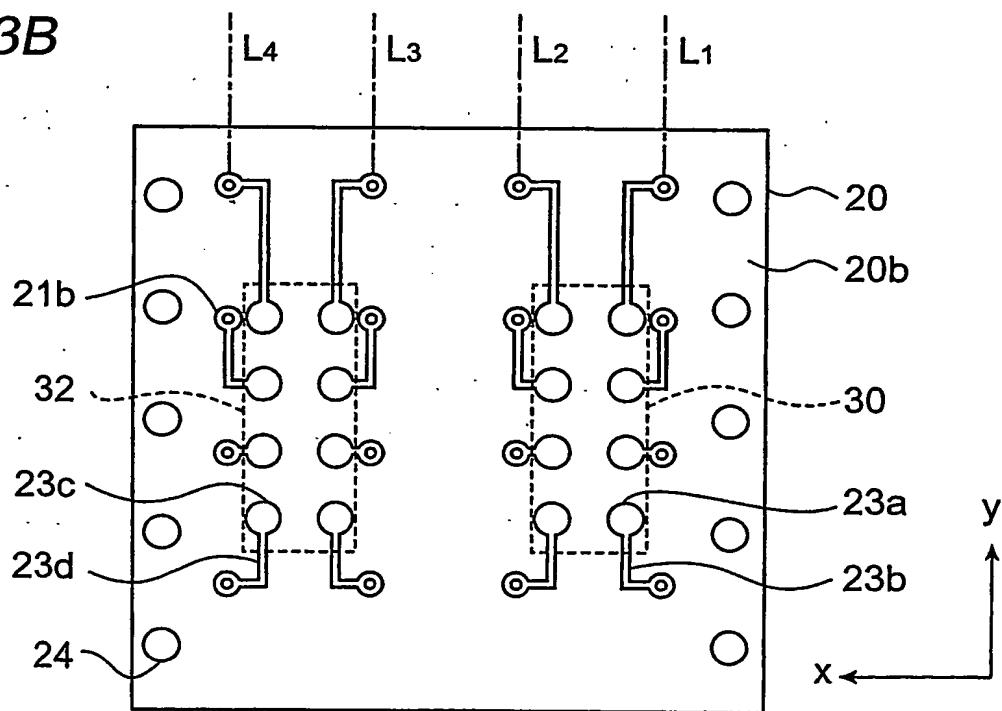


図4A

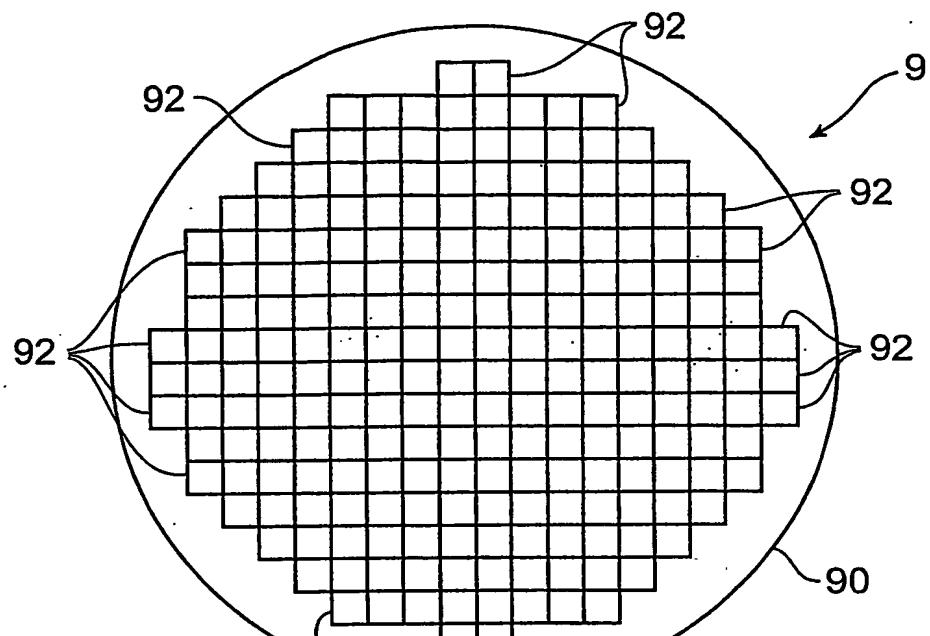


図4B

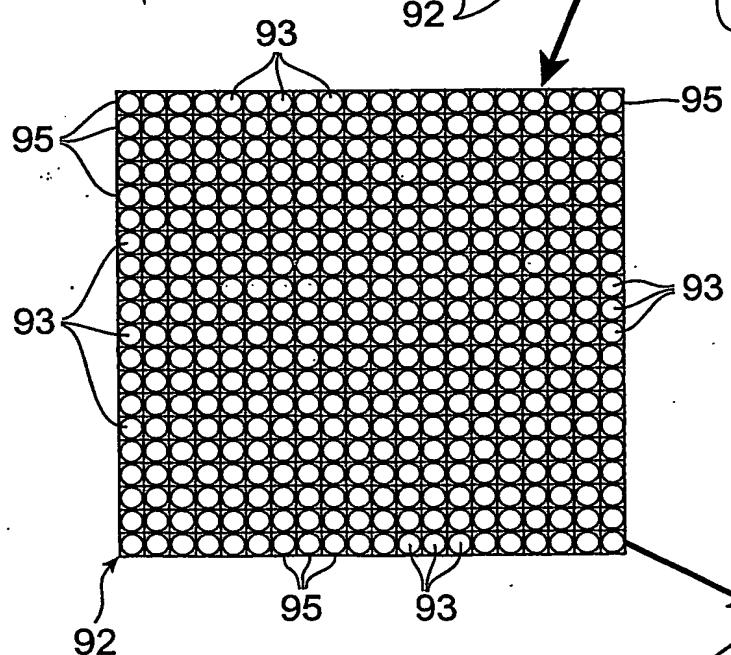


図4C

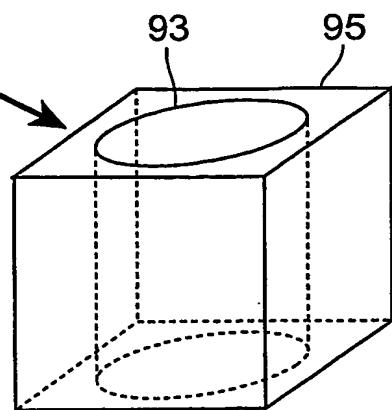


図5A

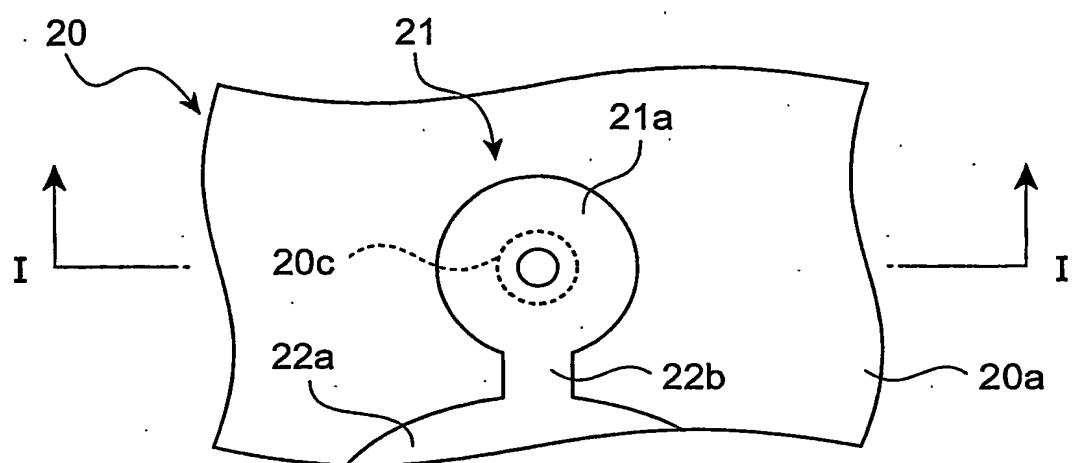


図5B

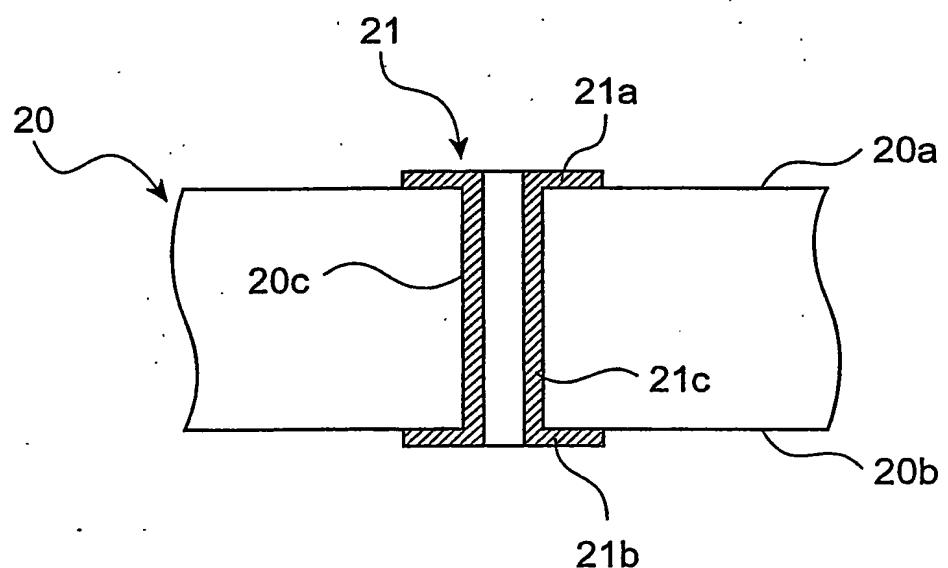


図6A

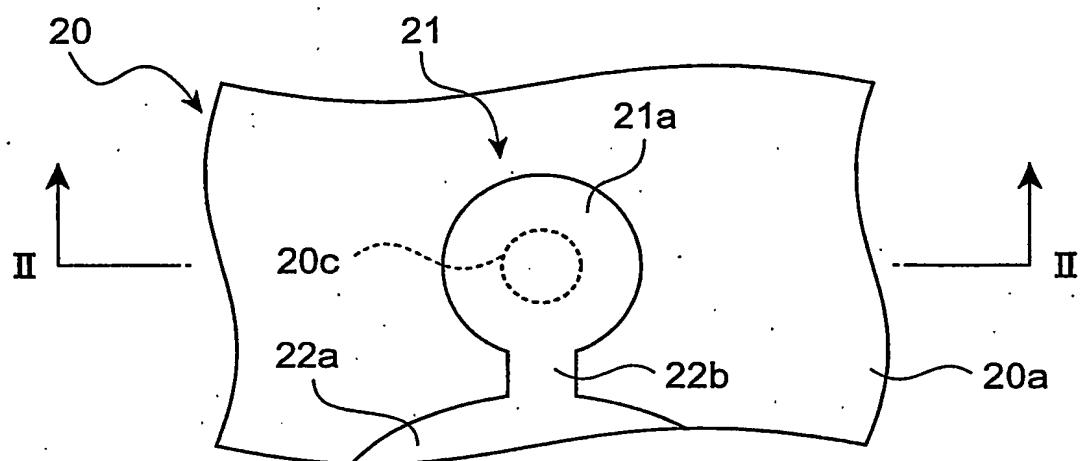
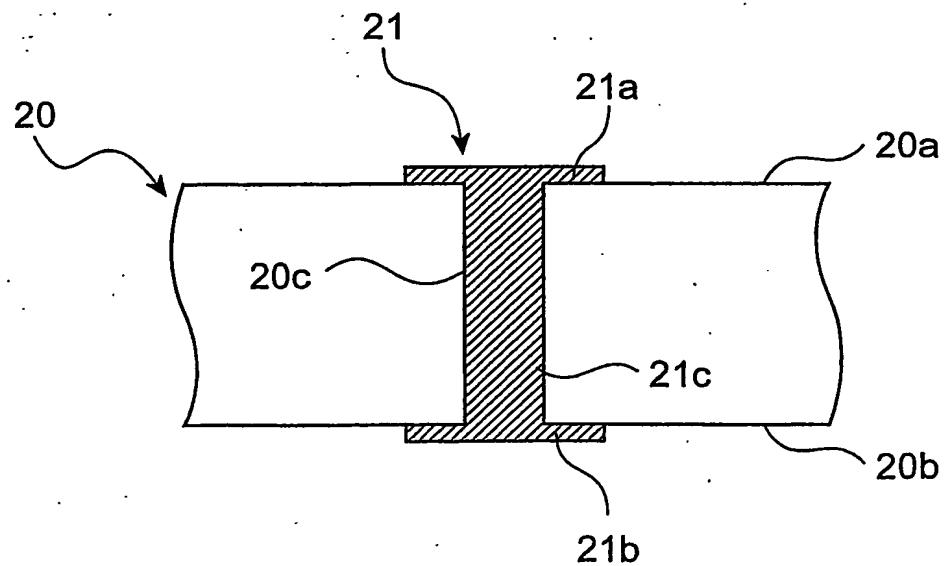


図6B



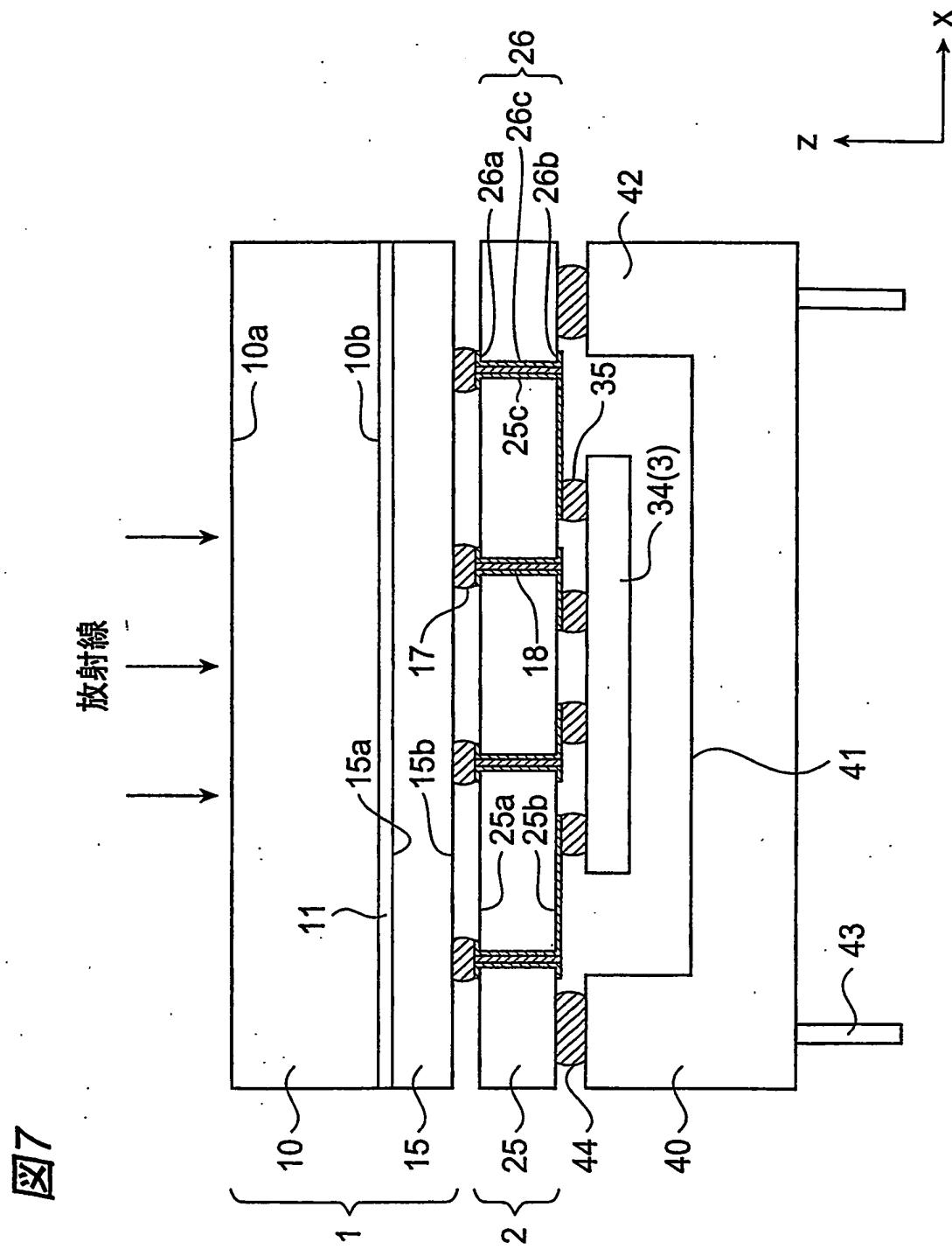


図8

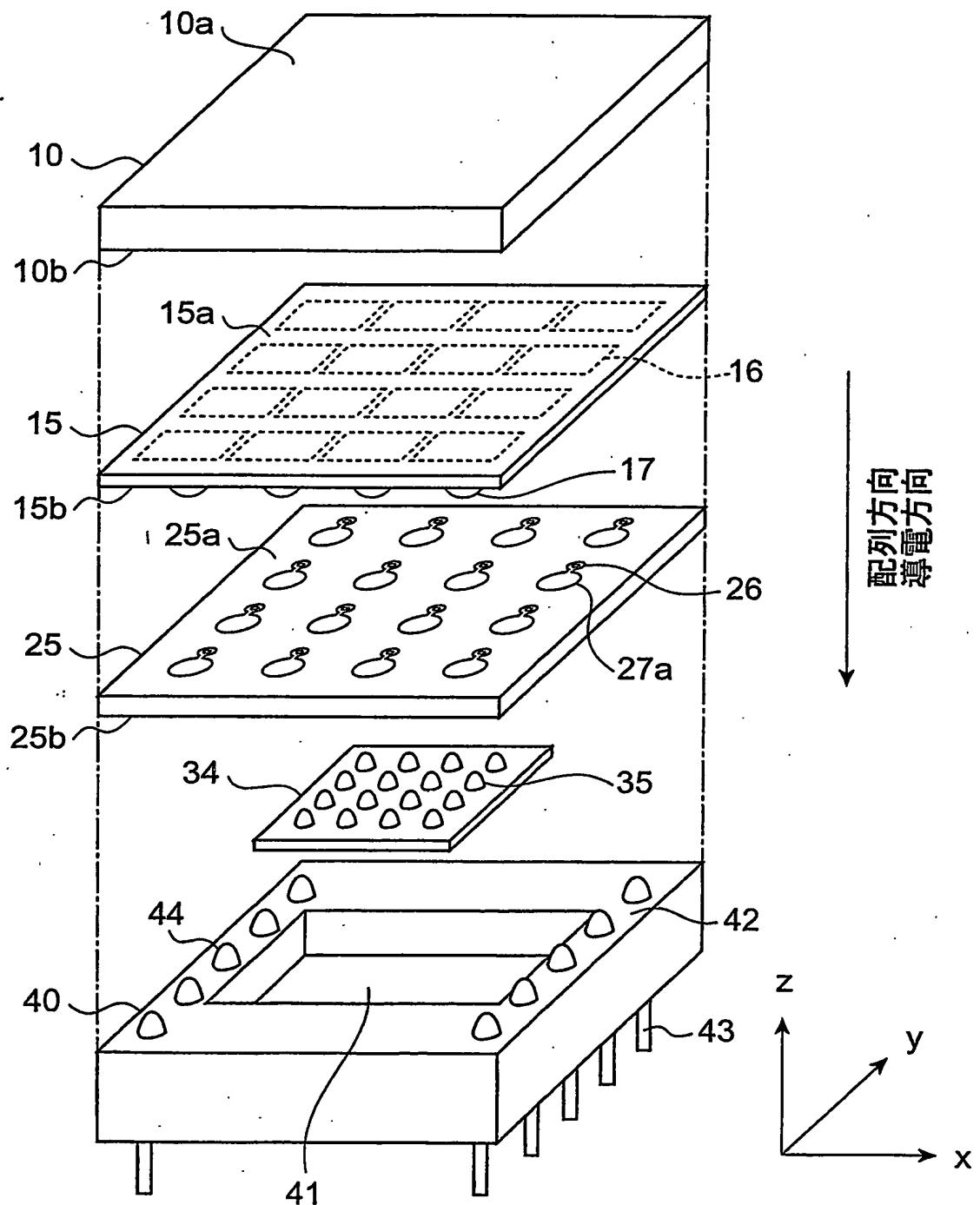


図9A

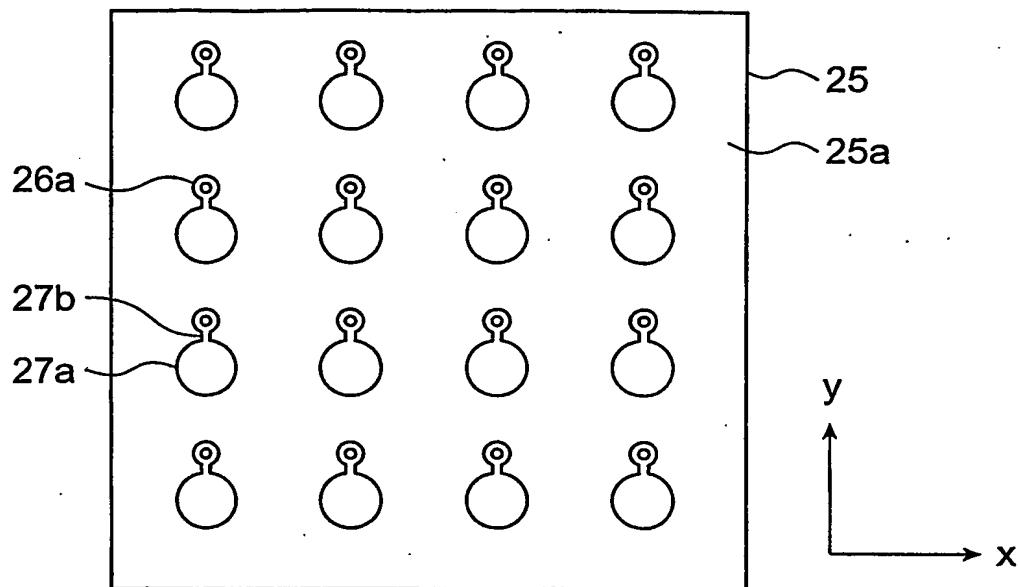


図9B

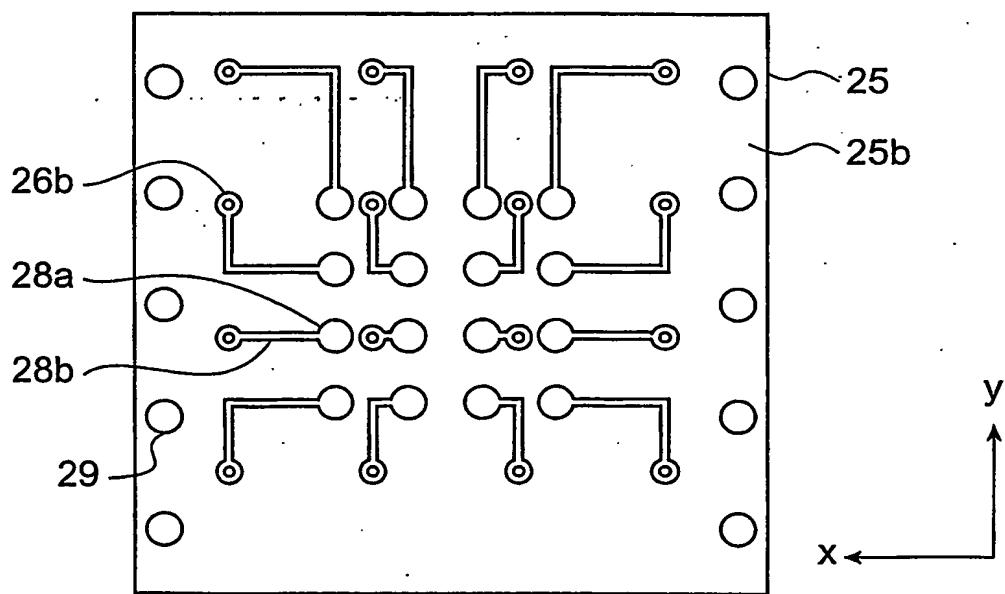


図10

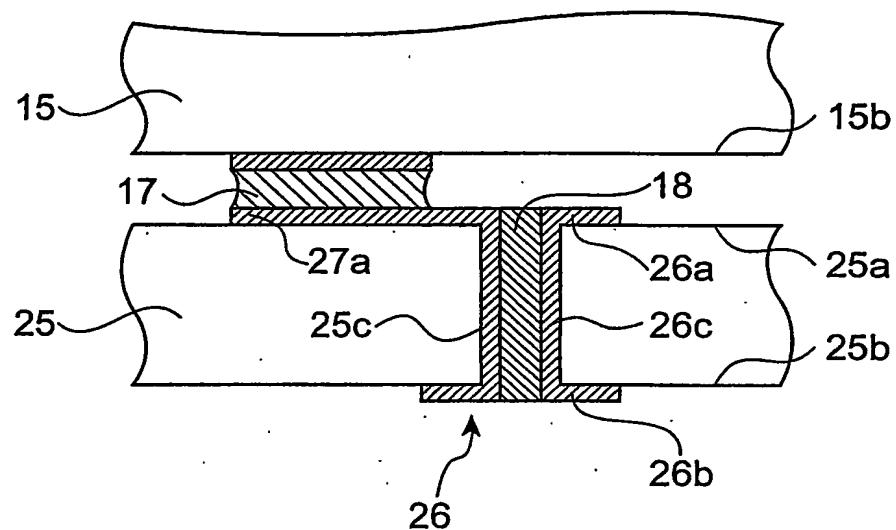


図11

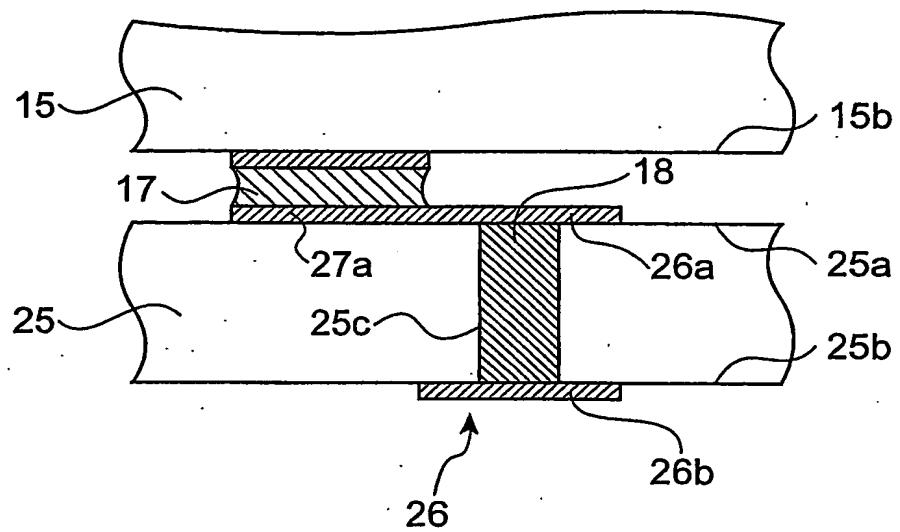
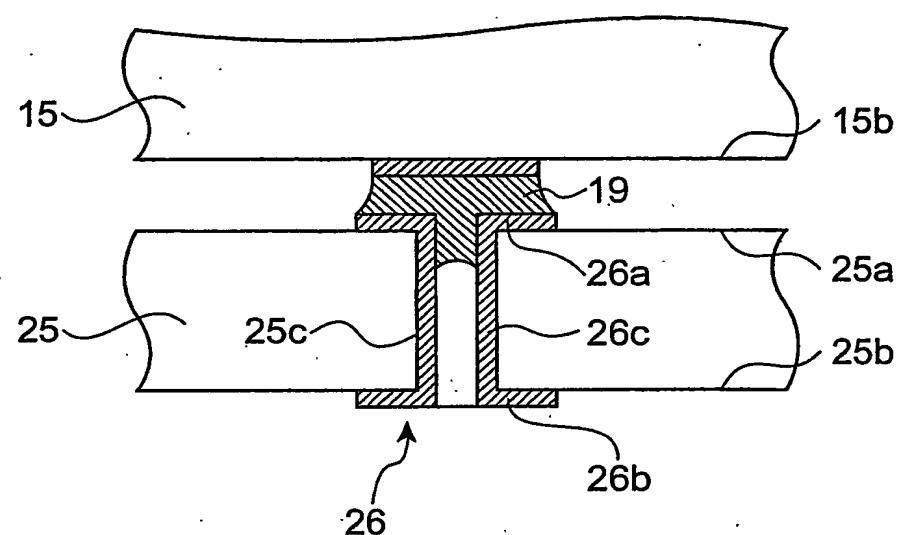


図12



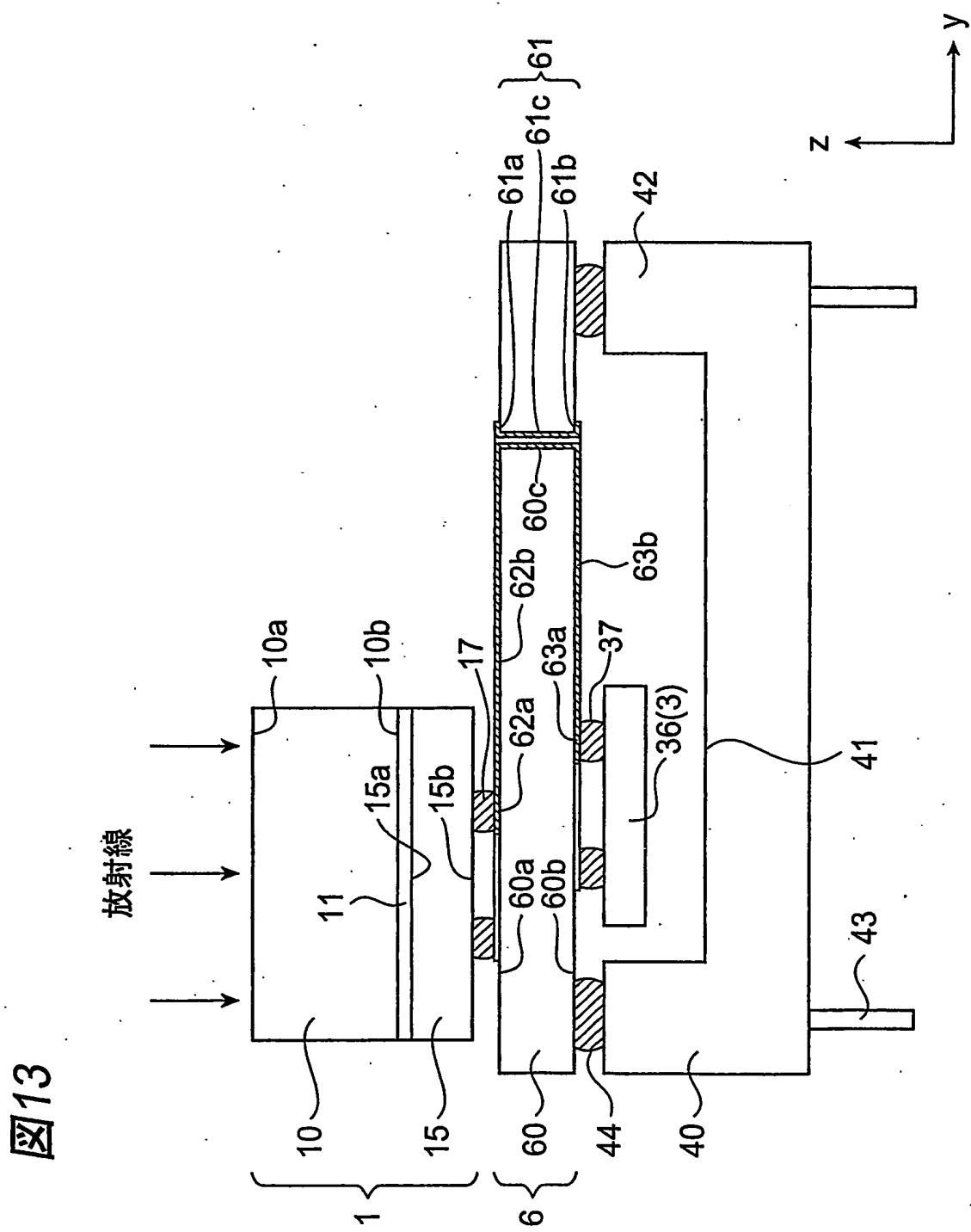
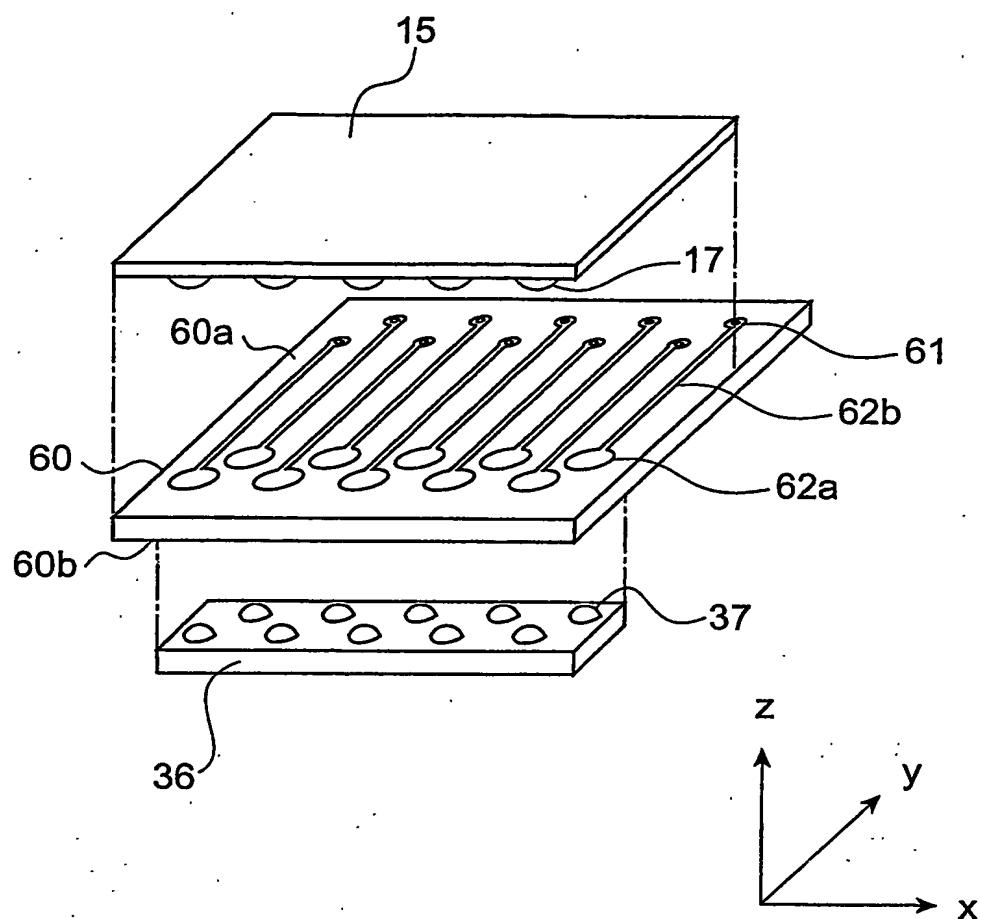


図14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/005156

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H01L27/14, G01T1/20, G01T1/24

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H01L27/14, G01T1/20, G01T1/24

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
 Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 9-288184 A (Canon Inc.), 04 November, 1997 (04.11.97), Full text; all drawings & EP 791964 A2 & US 5811790 A & US 5965872 A & US 6049074 A	1-12
A	JP 2003-60186 A (Canon Inc.), 28 February, 2003 (28.02.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 8-330469 A (Hitachi, Ltd.), 13 December, 1996 (13.12.96), Full text; all drawings (Family: none)	1-12

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Date of the actual completion of the international search
06 July, 2004 (06.07.04)Date of mailing of the international search report
20 July, 2004 (20.07.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/005156

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-339057 A (Mitsumasa KOYANAGI), 07 December, 2001 (07.12.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-12

A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(I.P.C.))

Int. C1' H01L27/14, G01T1/20, G01T1/24

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料(国際特許分類(I.P.C.))

Int. C1' H01L27/14, G01T1/20, G01T1/24

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 9-288184 A (キヤノン株式会社) 1997.11.04, 全文, 全図 &EP 791964 A2 &US 5811790 A &US 5965872 A &US 6049074 A	1-12
A	JP 2003-60186 A (キヤノン株式会社) 2003.02.28, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 8-330469 A (株式会社日立製作所) 1996.12.13, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06.07.2004

国際調査報告の発送日

20.7.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I.S.A./J.P.)
郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官(権限のある職員)

柴山 将隆

4L

3035

電話番号 03-3581-1101 内線 3462

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2001-339057 A (小柳光正) 2001. 12. 07, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-12